

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-183730

[ST.10/C]:

[JP2002-183730]

出 願 人

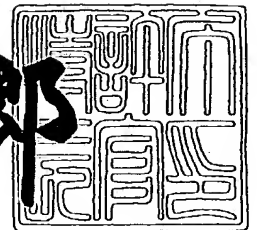
Applicant(s):

豊田合成株式会社

2003年 4月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3024422

【書類名】 特許願

【整理番号】 P02061TG

【提出日】 平成14年 6月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

【氏名】 橋村 昌樹

【特許出願人】

【識別番号】 000241463

【氏名又は名称】 豊田合成株式会社

【代表者】 松浦 剛

【代理人】

【識別番号】 100087723

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤谷 修

【電話番号】 052-363-2558

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007445

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0012134

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成された 3 族窒化物系化合物半導体素子を分離して個々の 3 族窒化物系化合物半導体素子とする製造方法において、

分離線上の 3 族窒化物系化合物半導体層が前記基板に近い側の電極形成層のみ残された状態、又は分離線上の 3 族窒化物系化合物半導体層が無い状態とする半導体層除去工程と、

基板表面側層を覆う、後の工程で除去可能な保護膜を形成する保護膜形成工程と、

分離線に沿ってレーザービームを走査して分離溝を形成するレーザー走査工程と、

前記保護膜及びレーザービーム走査により生じた不要物を除去する保護膜等除去工程とを有し、

分離線に沿ってレーザービームの走査により形成された分離溝を用いて基板を素子ごとに分離して個々の 3 族窒化物系化合物半導体素子とすることを特徴とする 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 2】 前記半導体層除去工程は、エッチングにより前記基板に近い側の電極形成層の電極形成部を露出させる電極形成エッチング工程により行われることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 3】 前記半導体層除去工程は、ダイシングにより分離線上の、前記基板の電極形成層側の一部まで除去することを特徴とする請求項 1 に記載の 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 4】 前記保護膜等除去工程以降に、前記分離溝に対応するように、基板裏面に裏面溝を形成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 5】 前記保護膜等除去工程以降に、基板を裏面から研磨により薄肉化して、基板表面に形成された分離溝のみにより基板を素子ごとに分離して個々の 3 族窒化物系化合物半導体素子とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3

のいずれか 1 項に記載の 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 6】 前記保護膜等除去工程以降に、基板を裏面から研磨により薄肉化した後、前記分離溝に対応するよう、基板裏面に裏面溝を形成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は基板上に形成された 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法に関する。本発明は特に、基板上に形成された 3 族窒化物系化合物半導体を容易且つ歩止まり良く分離して、個々の 3 族窒化物系化合物半導体素子を得るための製造工程に関する。

【0002】

【従来の技術】

3 族窒化物系化合物半導体素子の製造、例えば青色 LED 等の製造においては、基板としてサファイアやスピネルなどが用いられている。これらはシリコンやガリウムヒ素と異なり、加工が容易でないため、基板上に形成した 3 族窒化物系化合物半導体ウエハを個々の素子に分離するためウエハを分割する際、他の半導体素子とは異なり困難が伴う。

【0003】

例えば、素子形成面側をダイヤモンドブレードを用いたダイサーにより、分離線上の 3 族窒化物系化合物半導体層の一部を除去又は基板表面側から約 $10\mu\text{m}$ の深さに達する分離溝を形成し（いわゆるハーフカット）、裏面にスクライバーで浅い裏面溝を形成してローラーブレイキングするなどしていた。この際、厚さ $300\mu\text{m}$ のウエハを素子形成後に裏面を研磨して厚さ $100\mu\text{m}$ 程度としてから裏面溝を形成することが多かった。その結果、分離に際し、素子として機能しないような割れ方をしたもの（素子ワレ）、周辺部が一部欠けて正常品とは認めがたいもの（カケ）が 5 % 程度生じるものがあった。ダイサーによる基板に達する分離溝の深さを $10\mu\text{m}$ とする場合、その幅は $20\sim 30\mu\text{m}$ が必要である

。一方基板表面からの深さを大きくすると基板のワレ方に起因する不具合が低減されるが、さらに深くするには幅も広げざるを得ない。分離に必要な幅を大きくするということは、1枚のウエハから得られる半導体素子の個数を減らすことを意味する。更に異なる厚さのウエハに対しては例えば裏面研磨の時間や条件設定を変えなければならないが、それは試行錯誤を伴う極めて煩雑な作業である。ところで、レーザービームにより分離溝を形成するものが各種提案（特許第3230572号等）されているが、3族窒化物系化合物半導体素子の製造において、実用化には至っていない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

単にレーザービームにより分離溝を形成するのみでは、レーザーの溝形成が溶融、蒸発、及び化学反応であって、反応物が不要物として素子面を汚染する。また、溶融した半導体が、望ましくない短絡経路を形成し、素子特性を著しく損ねたり、場合によっては合格品が極めて少ない分離方法となってしまう。

【0005】

本発明は上記の検討結果に基づき完成されたものであって、基板を容易且つ歩止まり良く分離して、個々の3族窒化物系化合物半導体素子を得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項1に記載の手段によれば、基板上に形成された3族窒化物系化合物半導体を分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とする製造方法において、分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が基板に近い側の電極形成層のみ残された状態、又は分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が無い状態とする半導体層除去工程と、基板表面側層を覆う、後の工程で除去可能な保護膜を形成する保護膜形成工程と、分離線に沿ってレーザービームを走査して分離溝を形成するレーザー走査工程と、保護膜及びレーザービーム走査により生じた不要物を除去する保護膜等除去工程とを有し、分離線に沿ってレーザービームの走査により形成された分離溝を用いて基板を素子ごとに分離して個々の

3族窒化物系化合物半導体素子とすることを特徴とする。ここで分離線とは、ウエハから全ての3族窒化物系化合物半導体素子を個々に分離するための理想の分離面（ただし基板又はウエハ面に垂直）を、基板又はウエハ表面側又は裏面側から見た場合の、格子枠状の線を意味する。

【0007】

また、請求項2に記載の手段は、半導体層除去工程は、エッチングにより基板に近い側の電極形成層の電極形成部を露出させる電極形成エッチング工程により行われることを特徴とする。また、請求項3に記載の手段は、半導体層除去工程は、ダイシングにより分離線上の、基板の電極形成層側の一部までを除去することを特徴とする。

【0008】

また、請求項4に記載の手段は、保護膜等除去工程以降に、分離溝に対応するように、基板裏面に裏面溝を形成することを特徴とする。また、請求項5に記載の手段は、保護膜等除去工程以降に、基板を裏面から研磨により薄肉化して、基板表面に形成された分離溝のみにより基板を素子ごとに分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とすることを特徴とする。また、請求項6に記載の手段は、これらを組合せ、基板を裏面から研磨により薄肉化した後、既に形成された分離溝に対応するよう、基板裏面に裏面溝を形成することを特徴とする。

【0009】

【作用及び発明の効果】

分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が基板に近い側の電極形成層のみ残された状態、又は分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が無い状態とすることで、3族窒化物系化合物半導体層のレーザー走査による溶融物、反応物が、各々異なる電極と接触すべき層の間で短絡を生じることを防止することができる。また、保護膜を形成することで、レーザー走査により生じる基板や3族窒化物系化合物半導体層の溶融物、反応物が半導体素子に付着することを防止することができる。特に、各々異なる極性の電極と接触すべき層の間で短絡を生じることを防止することができる。このようにして、3族窒化物系化合物半導体素子の電気特性等に不具合を生じることなく、幅が一定で細く、深い分離溝を形成することがで

きる。即ち、走査速度や多重回数で分離溝の深さを調整可能とし、幅が一定な、深い分離溝やウエハの厚さやウエハの反りに応じた深さの分離溝を容易に形成することができる。また、当該深い分離溝の形成に際し 3 族窒化物系化合物半導体層と基板の剥離が生じない。同じ深さの分離溝の形成に必要な消耗品であるブレードや純水を削減することができ、製造コストを抑えることができる。現在既に $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下のビーム径のレーザーが入手可能で、同じ深さの分離溝の形成の際にダイシングで生じる分離溝の幅より狭くでき、例えば発光素子においては発光面の間隔を $60\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすることができる（請求項 1）。

【0010】

分離溝を形成する前に、エッチングにより基板に近い側の電極形成層の電極形成部を露出させる電極形成エッチング工程により、分離線上の他の電極層を除去すれば、レーザー走査による異なる層間の短絡を防ぐための半導体層除去工程を別に設ける必要がなく、作業工程が短縮できる（請求項 2）。また、ダイシングにより少なくとも、基板の電極形成層側の一部までを除去すれば、条件設定により基板表層を所望の深さに削ることが可能である（請求項 3）。

【0011】

分離溝に対応するよう、基板裏面に裏面溝を形成することで、確実に分離線に沿って分離面を形成することができる（請求項 4）。また、基板を裏面から研磨により薄肉化すれば、基板表面に形成された分離溝のみにより容易に基板を素子ごとに分離して個々の 3 族窒化物系化合物半導体素子とすることも可能である（請求項 5）。これらを組合わせて、基板を裏面から研磨により薄肉化した後、既に形成された分離溝に対応するよう、基板裏面に裏面溝を形成すれば、より確実に基板を素子ごとに分離して個々の 3 族窒化物系化合物半導体素子とすることができ、レーザー走査による表面側分離溝の形成も、浅く且つレーザー走査を速くすることができる（請求項 6）。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。尚、本発明は以下に説明する実施形態、実施例に限定されるものではない。また、

図 1 乃至図 3 においては、本発明の本質を説明するため、極めて簡略化した図を用いるが、以下に説明する通り、図 1 乃至図 3 に基づいて、本発明は通常の 3 族窒化物系化合物半導体素子の製造方法に適用できるものである。

【 0 0 1 3 】

〔第 1 の実施の形態〕

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態を説明するための工程図（断面図）である。基板 1 s に、複数層の 3 族窒化物系化合物半導体層を形成し、素子形状及び電極形成を行う。図 1 では、2 つの 3 族窒化物系化合物半導体層 2 n と 3 p で代表させているが、これは短絡させてはいけない層を意味するのであって、2 層の 3 族窒化物系化合物半導体層のみを意味するものではない。次に、分離線上に、エッチング又はダイサーによるダイシング等で、基板に近い側の電極形成層のみ残された状態を作る（図 1 の（a））。即ち、凹部 A を形成する。ここで分離線とは、基板 1 s から全ての 3 族窒化物系化合物半導体素子を個々に分離するための理想の分離面（ただし基板 1 s 面に垂直）を、基板 1 s 表面側又は裏面側から見た場合の、格子枠状の線を意味する。図 1 の（a）では、基板に近い側の電極形成層 2 n のみ残す状態としたが、基板 1 s が露出するまで、或いは基板 1 s の一部を取り除くまで、エッチング又はダイサーによるダイシング等を行って良いことはもちろんである。次に、レーザーによる基板 1 s の反応物等の付着を防止するため、保護膜 4 を全表面に形成する（図 1 の（b））。保護膜 4 は、レーザー走査による分離溝 5 の形成の際、レーザーが当たらない部分では容易には溶融しないものであって、後の工程で除去可能であり、半導体素子の特性に悪影響を及ぼさないものであれば任意のものが使用可能である。

【 0 0 1 4 】

次に、レーザーにより、基板 1 s に、分離溝 5 を形成する（図 1 の（c））。分離溝 5 は格子枠状の分離線に沿って基板 1 s の表面側（素子を形成した側）に格子枠状に形成される。分離溝 5 は、後の工程で研磨により基板 1 s を薄肉化した後の厚さの 1 / 5 程度以上の深さとするといふ。尚、基板 1 s の一部を取り除くまで、エッチング又はダイサーによるダイシング等を行う場合は、それにより取り除かれた基板 1 s の厚さとレーザー走査により削られた深さを併せて、後の

工程で研磨により基板 1 s を薄肉化した後の厚さの $1/5$ 程度以上の深さとすれば良い。。次に、保護膜 4 をレーザーによる反応物とともに除去する（図 1 の（d））。

【0 0 1 5】

次に、基板 1 s 裏面を研磨し、基板 1 s を薄肉化する（図 1 の（e））。次に基板 1 s の裏面の格子枠状の分離線に対応する位置に、裏面溝 6 を形成する（図 1 の（f））。裏面溝 6 の形成方法に関してはは分離溝 5 と異なり、スクライパー等により浅い溝を形成すれば良い。こののちローラーブレイキング等により格子枠状の分離線に沿って個々の素子に分離する。この場合、分離溝 5 の深さは薄肉化した基板 1 s の $1/5$ 程度以上であるので、分離面 7 は確実に格子枠状の分離線に沿った、分離溝 5 と裏面溝 6 とを接続したものとなる。即ち、斜め方向などの望ましくない方向に割れることが防止される（図 1 の（g））。

【0 0 1 6】

〔第 2 の実施の形態〕

図 2 は、本発明の第 2 の実施の形態を説明するための工程図（断面図）である。図 1 の第 1 の実施の形態同様、分離線上に、エッチング又はダイサーによるダイシング等で、基板に近い側の電極形成層のみ残された状態を作る（図 2 の（a））。この場合、基板 1 s が露出するまで、或いは基板 1 s の一部を取り除くまでエッチング又はダイサーによるダイシング等を行って良いことはもちろんである。次に、後の工程で除去可能な保護膜 4 を全表面に形成する（図 2 の（b））。次に、本実施形態では、基板 1 s の厚さの $1/5$ 程度以上の深さの第 1 の溝 5 d を、格子枠状の分離線に沿って基板 1 s の表面側（素子を形成した側）に格子枠状に形成する（図 2 の（c））。次に、保護膜 4 をレーザーによる反応物とともに除去する（図 2 の（d））。

【0 0 1 7】

次に基板 1 s の裏面の格子枠状の分離線に対応するように、裏面溝 6 を形成する（図 2 の（e））。裏面溝 6 の形成方法は第 1 の実施の形態におけるものと同様に、スクライパー等により浅い溝を形成すれば良い。こののちローラーブレイキング等により格子枠状の分離線に沿って個々の素子に分離する。分離溝 5 d の

深さが基板 1 s の $1/5$ 程度以上であるので、分離面 7 は確実に格子枠状の分離線に沿った、分離溝 5 d と裏面溝 6 とを接続したものとなる（図 2 の（f））。

【0018】

〔第 3 の実施の形態〕

図 3 は、本発明の第 3 の実施の形態を説明するための工程図（断面図）である。図 2 の第 2 の実施の形態同様、分離線上に、エッチング又はダイサーによるダイシング等で、基板に近い側の電極形成層のみ残された状態を作る（図 3 の（a））。この場合、基板 1 s が露出するまで、或いは基板 1 s の一部を取り除くまでエッチング又はダイサーによるダイシング等を行って良いことはもちろんである。次に、後の工程で除去可能な保護膜 4 を全表面に形成する（図 3 の（b））。次に、後の工程で研磨により基板 1 s を薄肉化した後の厚さ程度以上の深さの第 1 の溝 5 d を、格子枠状の分離線に沿って基板 1 s の表面側（素子を形成した側）に格子枠状に形成する（図 3 の（c））。次に、保護膜 4 をレーザーによる反応物とともに除去する（図 3 の（d））。

【0019】

次に、1 枚の粘着シート 8 を基板 1 s 表面全体に貼り付け、裏返して基板 1 s 裏面を研磨し、基板 1 s を薄肉化する（図 3 の（e））。基板 1 s を薄肉化して、分離溝 5 の深さ以下にまで薄肉化すれば、確実に格子枠状の分離線に沿った、分離溝 5 により個々の素子が分離できる（図 3 の（f））。

【0020】

〔第 1 実施例〕

図 4 はワレとカケの歩留まり及び素子特性を評価するために行った、本発明の具体的な第 1 の実施例を説明するための工程図（断面図）である。厚さ約 $300\ \mu\text{m}$ のサファイア基板 1 上に 3 族窒化物系化合物半導体層を積層して、pn ダブルヘテロ接合の約 3000 個の青色 LED 素子を形成した。当該素子部分の積層構造については簡略化し 1 の符号 2 で示す。電極含まないで、3 族窒化物系化合物半導体層の総膜厚は約 $5\ \mu\text{m}$ である。まず、ダイヤモンドブレードを使用するダイサーによって、各格子内が 1 の青色 LED 素子となる格子枠状の分離線に沿って、最深部 $10\ \mu\text{m}$ 、幅約 $30\ \mu\text{m}$ の第 1 の溝部 A を形成した。この時、第 1

の溝部 A の最深部 B において、サファイア基板 1 は約 $5\ \mu\text{m}$ 削除された。

【0021】

次に、透明樹脂 4 を素子形成面の全面に塗布し、硬化させた。次に YAG レーザーの第 3 次高調波（波長 $355\ \text{nm}$ ）を用い、ビーム径約 $20\ \mu\text{m}$ のレーザービームを分離線に沿って照射し、第 1 の溝部 A より更に $10\ \mu\text{m}$ 深い第 2 の溝部 C を形成した。こうして第 1 の溝部 A と第 2 の溝部 C により、サファイア基板 1 を約 $15\ \mu\text{m}$ 削った分離溝 5 が形成された。この後、サファイア基板 1 の裏面を研磨し、サファイア基板 1 を $100\ \mu\text{m}$ まで薄肉化させた。次にサファイア基板 1 の裏面にスクライバーにより分離溝 6 を形成した。この後、ローラーブレイキングによりサファイア基板を割り、個々の青色 LED 素子に分離した。この際、サファイア基板 1 を割ること自体による形状不良品（いわゆる素子ワレ、カケ）は 10 個以下であり、また、各発光素子は、レーザーを用いないで分離した青色 LED 素子と素子特性に差異がなかった。

【0022】

〔比較例 1〕

レーザーを用いないで、表面をダイシング、裏面を研磨後のスクライビングとした他、上記第 1 実施例と同様に素子分離を行った場合、形状不良品（いわゆる素子ワレ、カケ）は 100 個以上生じた。

【0023】

〔比較例 2〕

表面の分離溝をレーザーのみを用い、ダイシングを行わないものとした他、上記第 1 実施例と同様に素子分離を行った場合、不良品（いわゆる素子ワレ、カケ）は少なく、良好であった。しかし、p 電極側層と n 電極側層の短絡が生じるため、いずれの場合も素子特性の不良が大量に生じた。又、YAG レーザーの基本波（ $1064\ \text{nm}$ ）、ビーム径約 $15\ \mu\text{m}$ の場合においても、同様な結果が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態を説明するための工程図（断面図）。

【図 2】

本発明の第 2 の実施の形態を説明するための工程図（断面図）。

【図 3】

本発明の第 3 の実施の形態を説明するための工程図（断面図）。

【図 4】

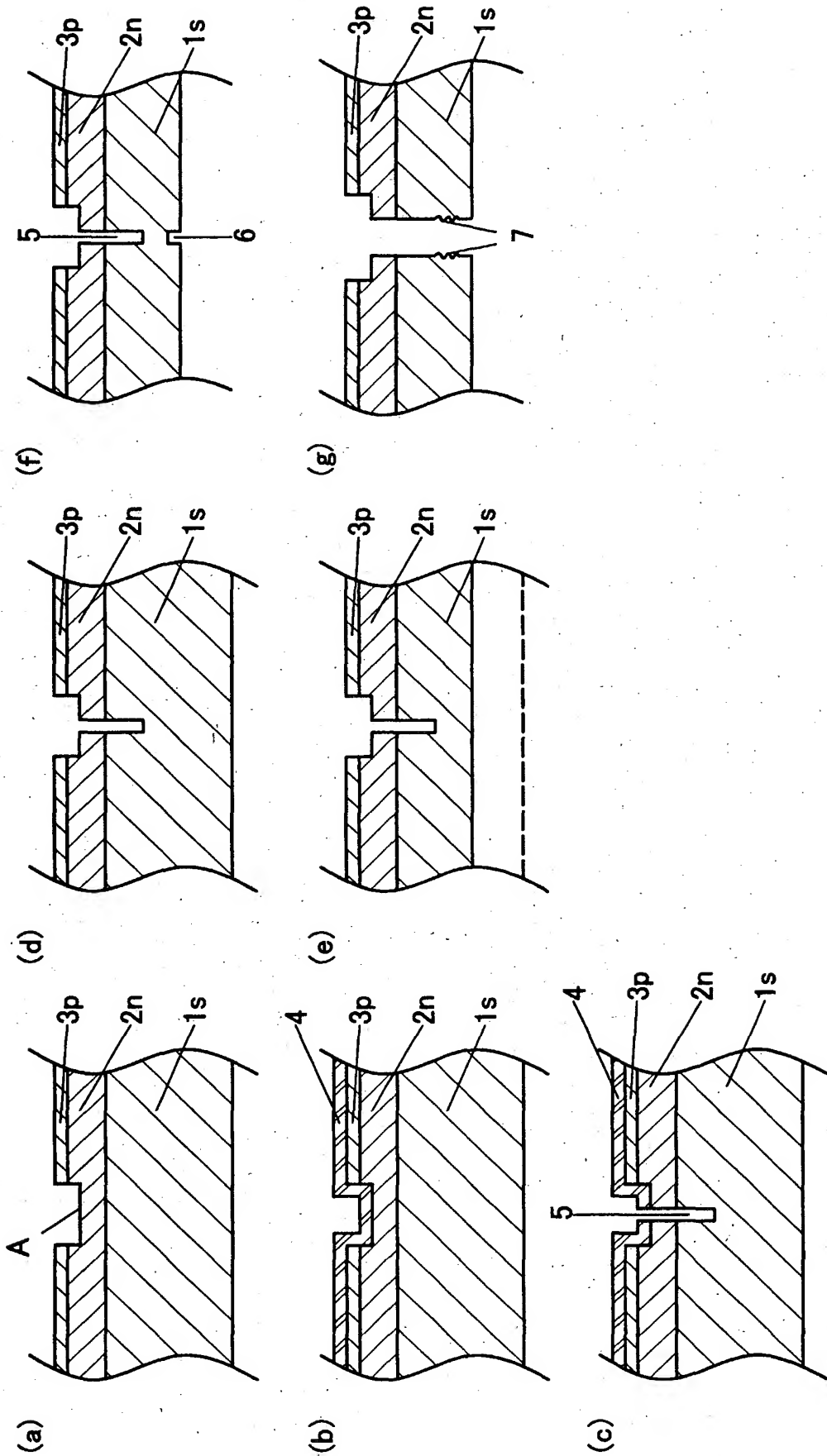
本発明の具体的な第 1 の実施例を説明するための工程図（断面図）。

【符号の説明】

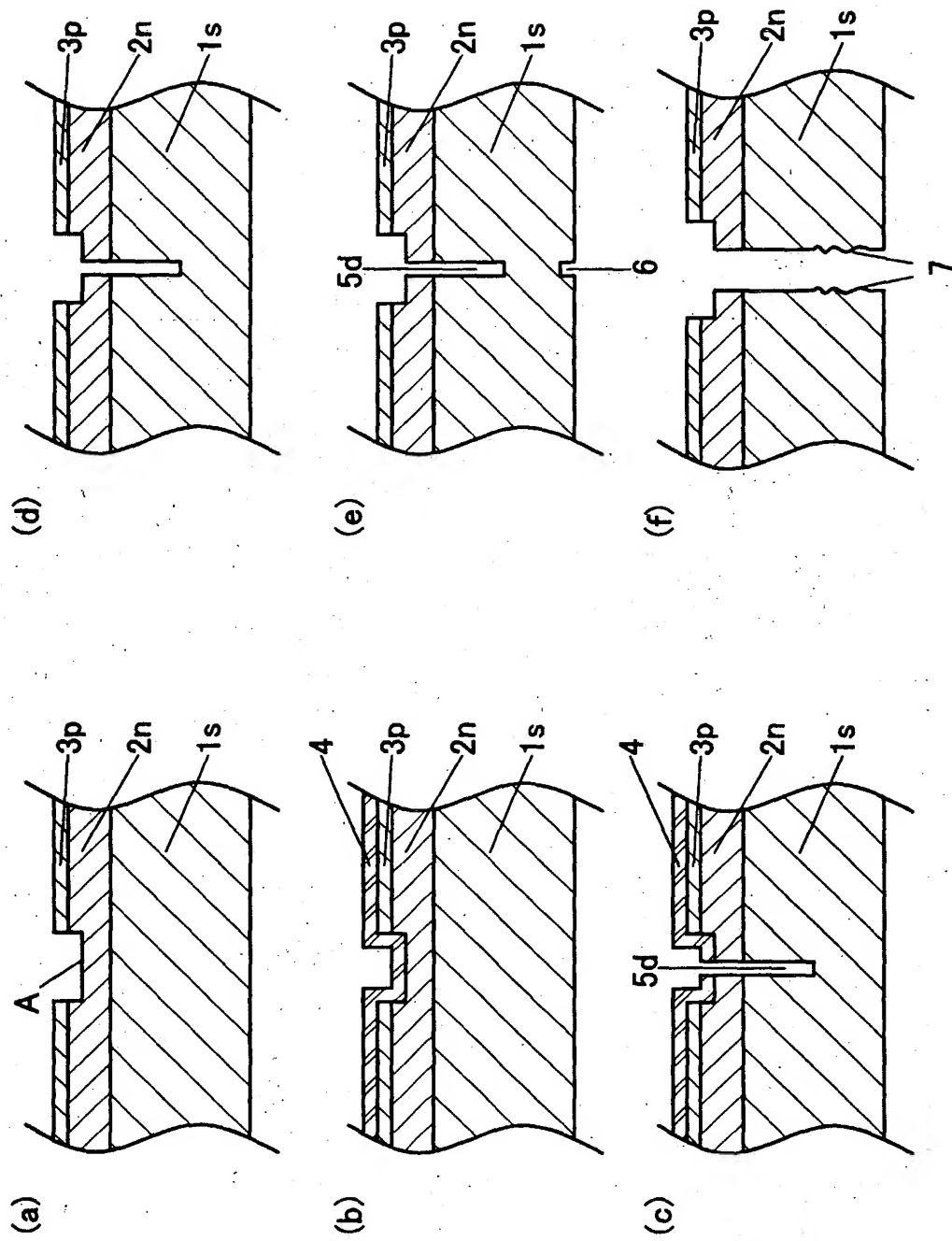
- 1、1 s 基板
- 2 積層した 3 族窒化物系化合物半導体層
- 2 n 基板に近い電極形成層（3 族窒化物系化合物半導体層）
- 3 p 3 族窒化物系化合物半導体層
- 4 保護膜
- 5、5 d 分離溝
- 6 裏面溝
- 7 分離面
- 8 粘着シート
- A 凹部又は第 1 の溝部
- B 第 1 の溝部の最深部
- C 第 2 の溝部

【書類名】 図面

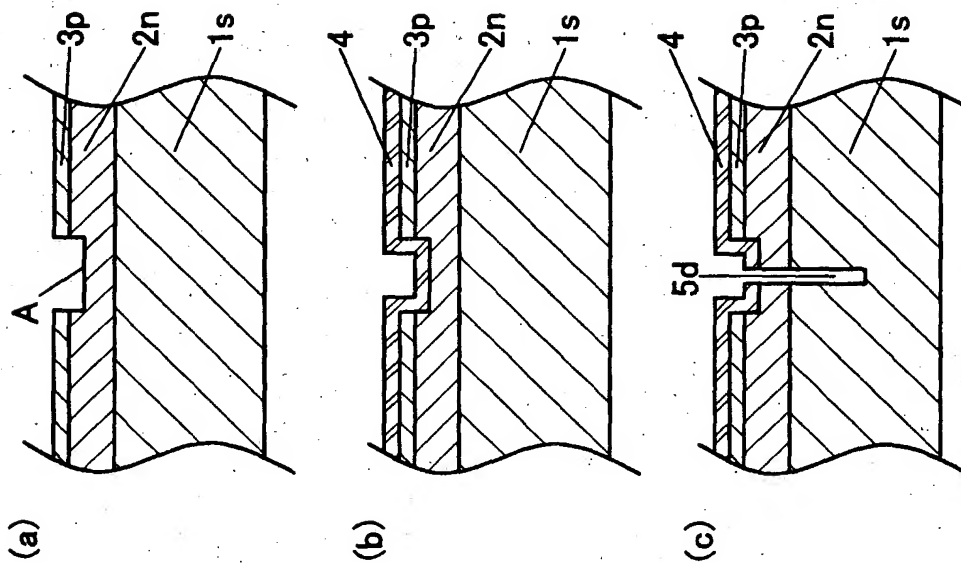
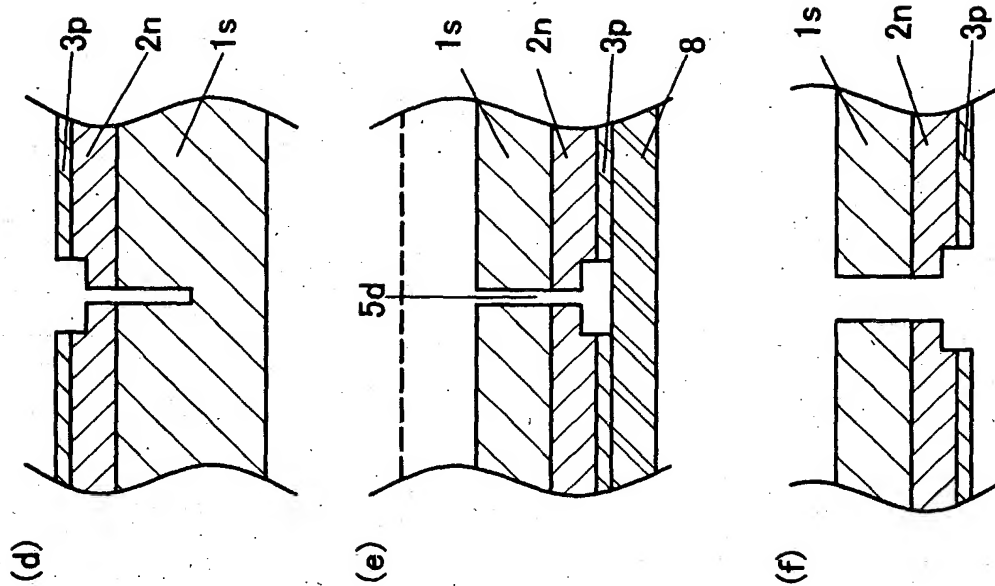
【図1】



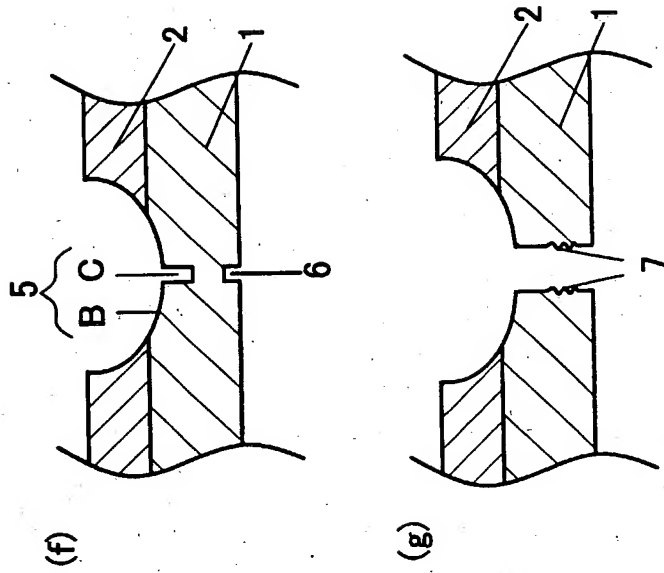
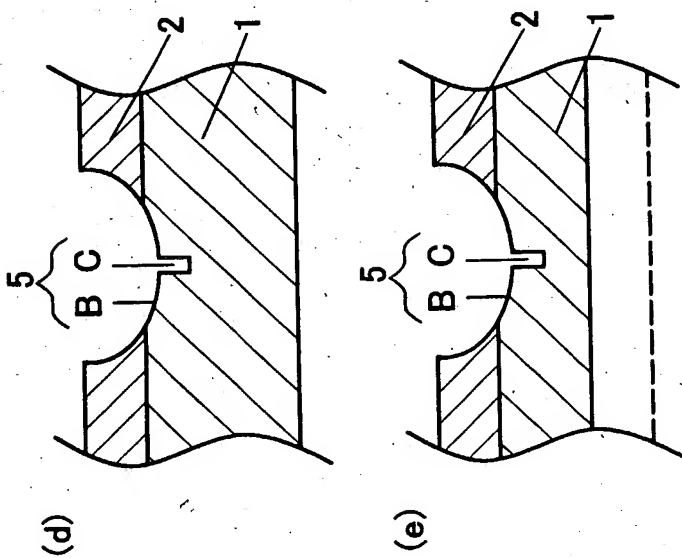
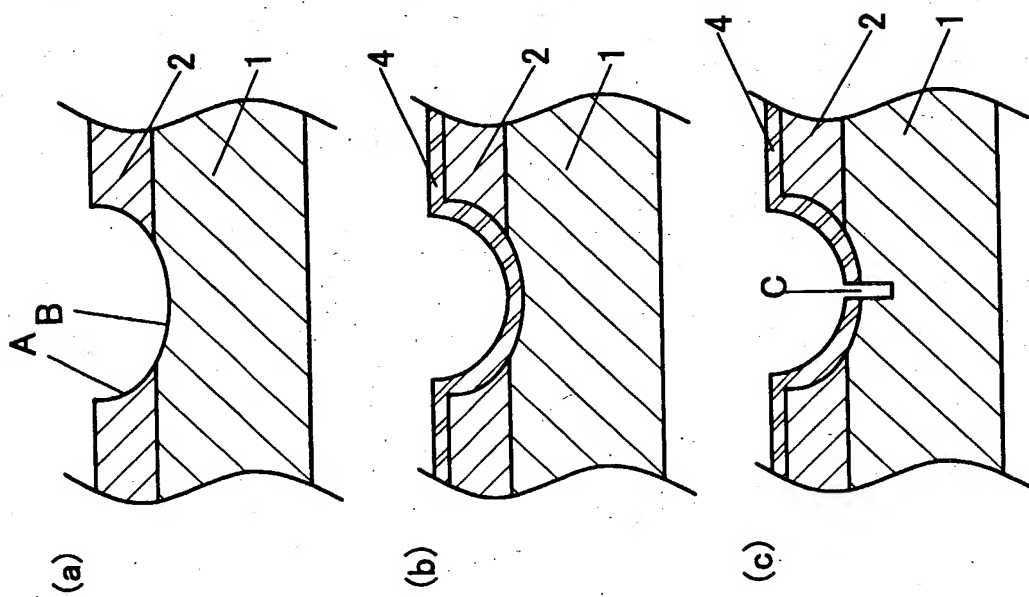
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】素子ワレ、カケの少ない、歩留まりの良い3族窒化物系化合物半導体素子の分離方法を提供する。

【解決手段】基板1sに、複数層の3族窒化物系化合物半導体層を形成し、素子形状及び電極形成を行う。(2つの3族窒化物系化合物半導体層2nと3pで代表させている。)分離線上に、エッチング又はダイサーによるダイシング等で、基板に近い側の電極形成層のみ残された状態、又は分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が無い状態を作る(a)。保護膜4を全表面に形成し(b)、レーザーにより、基板1sに、分離溝5を形成する(c)。保護膜4をレーザーによる反応物とともに除去し(d)、基板1s裏面を研磨し、基板1sを薄膜化する(e)。次に基板1sの裏面の格子枠状の分離線に対応するように、裏面溝6を形成し(f)、分離線に沿って個々の素子に分離する(g)。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000241463]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

氏 名 豊田合成株式会社